

Medida del nivel de alfabetización científica en alumnos recién ingresados y del último año de los cursos de física

Measure of the level of scientific literacy of freshmen and veterans of physics courses

Patrick Alves Vizzotto¹; José Cláudio Del Pino¹

¹Programa de Pós-graduação em Ensino, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, Brasil.

*E-mail: patrickvizzotto@gmail.com

Recibido el 23 de noviembre de 2019 | Aceptado el 22 de marzo de 2020

Resumen

Presentamos los resultados de una investigación cuantitativa que ha buscado inferir y comparar el nivel de alfabetización científica de los alumnos que ingresan y de los que terminan cursos de graduación de Física en Río Grande do Sul, Brasil. El estudio se justifica por la aspiración de conocer el impacto de la experiencia académica en la formación científica de los futuros profesores que están en proceso de formación inicial. Para ello, se utilizó una versión reducida del Test de Alfabetización Científica Básica (TACB). Específicamente, esta investigación buscó inferir los conocimientos de los estudiantes en las tres dimensiones de la alfabetización científica: entender el contenido científico, la naturaleza de la investigación científica y el impacto de la ciencia en la sociedad y en el ambiente. Los resultados mostraron que hay diferencias en el promedio de respuestas correctas entre el inicio y la finalización de los cursos estudiados. Por medio de un Test T de muestras independientes, estas diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas. Estos hallazgos acompañan los resultados que se describen al investigar desde esta perspectiva los cursos de Química y Biología.

Palabras clave: Alfabetización científica; Formación de profesorado; Investigación cuantitativa.

Abstract

We present the results of quantitative research that has sought to infer and compare the level of scientific literacy of students entering and those who finish physics graduation courses in Rio Grande do Sul, Brazil. The study is justified by the aspiration to know the impact of academic experience on the scientific training of future teachers who are in the process of initial training. To do this, a reduced version of the Basic Scientific Literacy Test (TACB) was used. Specifically, this research sought to infer students' knowledge into the three dimensions of scientific literacy: understanding the scientific content, the nature of scientific research and the impact of science on society and the atmosphere. The results showed that there are differences in the average of correct answers between the start and end of the courses studied. By means of a t-test of independent samples, these differences could be considered statistically significant. These findings accompany the results they describe in researching the Chemistry and Biology courses from this perspective.

Keywords: Scientific Literacy; Teacher training; Quantitative research.

I. INTRODUCCIÓN

Se busca que el espacio universitario sea un lugar propicio para incentivar la alfabetización científica, principalmente si los saberes sobre las ciencias están directamente conectados a la actuación profesional de los individuos en formación, como es el caso de los profesores de Física.

Denominada alfabetización, '*letramiento*' o enculturación científica, la aspiración a que los saberes científicos sean incorporados por estudiantes y egresados de secundaria con el fin de que puedan hacer uso de esos conocimientos en su lectura crítica del mundo y en una toma de decisiones responsables, es tomada como hilo conductor que reúne a los diferentes autores y referencias del área.

En esta investigación se adopta la expresión Alfabetización Científica entendiendo que alguien alfabetizado, además de leer y escribir, obtiene éxito al conectar esas habilidades a la lectura de mundo. En el área de la Educación Científica, el alfabetizado científicamente, además de dominar los conceptos, términos y técnicas, consigue articular esos conocimientos a fin de comprender la completitud de la ciencia y de la tecnología en la sociedad, así como las relaciones epistemológicas de construcción de ese saber.

Como base para defender esa visión, se hace referencia a las ideas de Miller (1983), quien postula que alguien alfabetizado científicamente debe presentar dominios mínimos en tres ejes: contenidos de ciencias; naturaleza de la ciencia; e impacto de la ciencia y de la tecnología en la sociedad y en el ambiente.

La bibliografía del área indica una gran cantidad de producciones con el objetivo de fomentar la Alfabetización Científica (Sasseron y Carvalho, 2011). No obstante, al analizarla, se percibe que aún son pocos los trabajos que tienen la intención de inferir indicios de ese constructo en diferentes sectores de la sociedad (Vidor y otros, 2010).

En nivel internacional, el artículo de los sudafricanos Laugksch y Spargo (1996) tuvo ese propósito. Los investigadores elaboraron el *Test of Basic Scientific Literacy (TBSL)*, constituido por 110 preguntas sobre situaciones cotidianas, que vinculan conocimientos de Química, Física, Biología, Salud, Epistemología y Medioambiente, supuestamente trabajados en la enseñanza secundaria.

Dentro de los ítems abordados, algunos son científicamente erróneos y otros correctos. A los participantes se les invita a hacer uso de sus conocimientos para juzgar la coherencia científica de cada cuestión. En general, el resultado final de aciertos denota el nivel de alfabetización científica de cada uno.

El TBSL fue elaborado tomando como base la noción de Alfabetización Científica de Miller (1983) y así las 110 preguntas están subdivididas en los tres ejes postulados por el autor. Entonces, para ser considerado alfabetizado científicamente, es necesario que el participante presente un desempeño mínimamente satisfactorio en los tres ejes citados. Según Rivas *et al.* (2017), ese cuestionario es considerado relevante por la literatura del área pues fue construido a partir de una base teórica refrendada y porque su estructura permite utilizarlo en investigaciones educativas en gran escala.

Estudios de diferentes países lo incorporaron como instrumento de investigación. En Brasil, el TBSL tuvo su traducción, diez años después de ser elaborado (Nascimento-Schulze, 2006). En la literatura nacional, el Test de Alfabetización Científica Básica (TACB) fue utilizado, principalmente, en investigaciones relacionadas a alumnos de profesorado y de enseñanza secundaria.

Los artículos de Camargo, Pilar, Ribeiro, Fantinel y Ramos (2011) y Rivas, Moço y Junqueira (2017) tuvieron como enfoque mensurar y comparar el nivel de Alfabetización Científica de estudiantes de profesorado recién ingresados y del último año de los cursos de Química y Biología, respectivamente. La metodología empleada sirvió de estímulo para el desarrollo del presente trabajo. Este artículo muestra una investigación que buscó indagar el nivel de Alfabetización Científica de estudiantes de profesorado de Física, a fin de replicar el método utilizado en los trabajos de Química y Biología, completando (sin buscar agotarlo) el abordaje de dicho test dentro del área de Ciencias Naturales. El estudio busca contribuir al área del conocimiento tanto desde las perspectivas metodológicas como conceptuales. En lo metodológico, replicando el método de medición de la alfabetización científica a partir de un instrumento ya aprobado por investigadores nacionales e internacionales. En lo conceptual, permitiendo analizar el nivel de alfabetización científica de un grupo aún no estudiado por esta metodología. Asimismo, se considera esencial investigar cómo los estudiantes hacen uso del conocimiento científico para juzgar la coherencia científica de las situaciones aplicadas a la vida cotidiana, es decir, hacer uso del conocimiento para observar la vida diariamente.

La investigación buscó responder si existen diferencias apreciables en los niveles de alfabetización científica entre estudiantes que ingresan y concluyen el profesorado de física. La justificación del estudio se encuentra su aporte para comprender el impacto de la experiencia académica en la formación de profesionales de la enseñanza científica. La alfabetización científica se considera como el objetivo final de la enseñanza de la ciencia (Sasseron, 2008), porque consiste en una competencia que permite a los ciudadanos comprender críticamente el conocimiento científico aplicado en la vida diaria, así como el impacto de la ciencia y de la tecnología en la sociedad y en la naturaleza. Esto puede favorecer su visión del mundo e incluso la toma de decisiones. Con el fin de promover la alfabetización científica en el aula de secundaria, es esencial que los profesores tengan también esta competencia, con el fin de estimular su

aparición en sus estudiantes. O sea, se espera que la formación inicial del profesor de física le permita concluir la considerándolo alfabetizado científicamente (Filho, Maciel, Sepini, y Vázquez-Alonso, 2013). Para responder a la pregunta de la investigación, el objetivo fue medir el nivel de alfabetización científica de los estudiantes de profesorado de Física por medio de una versión reducida del Test de Alfabetización Científica Básica (TACB) (Vizzotto y Mackedanz, 2018). En particular, se buscó inferir la asimilación de los alumnos en relación a los tres ejes de la Alfabetización Científica descritos por Miller (1983).

La investigación fue realizada en cinco cursos de profesorado de Física en universidades en Río Grande do Sul, Brasil¹. Los estudiantes respondieron anónimamente al cuestionario, proporcionando respuestas y datos de caracterización. Posteriormente esas informaciones fueron utilizadas en análisis estadísticos.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en la próxima sección se muestra la construcción teórica que da soporte al cuestionario utilizado. En un segundo momento, se caracteriza la metodología empleada en la recolección de datos y análisis estadísticos. Posteriormente se presentan los resultados y luego sus discusiones e implicaciones. Finalmente, se exhiben las consideraciones y también el anexo con la versión reducida del TACB utilizado en la investigación.

II. LA DEFINICIÓN DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA MEDIDA POR EL TACB

Para entender la estructura del TACB y asegurar su validez de contenido, es necesario explicar la noción de Alfabetización Científica que el test se propone evaluar.

Desde el surgimiento del concepto *Scientific Literacy* en la lengua inglesa (Hurd, 1958) hasta las producciones actuales, el significado y los intentos de calcularlo pasaron por un gran proceso de evolución, siendo posible citar como relevantes, en el contexto internacional, las producciones de Shen (1975), Miller (1983), AAAS (1989), Bybee (1995), DeBoer (2000) y Laugsch (2000).

De acuerdo con Shen (1975), la alfabetización científica está compuesta por tres categorías: práctica, cívica y cultural. La práctica está conectada a lo cotidiano y se enfoca en posibilitar la resolución de problemas dentro de ese contexto. La cívica está vinculada a la percepción de la influencia científica en decisiones políticas y ambientales. Finalmente, la cultural se conecta a los medios de divulgación de conocimiento disponibles para quienes desean apreciar y aprender más sobre ciencia y tecnología.

Para Miller (1983), un individuo debe ser considerado alfabetizado científicamente cuando demuestra aptitudes en la comprensión de tres dimensiones: contenidos de ciencia (conceptos, términos, historia), naturaleza de la ciencia (epistemología), e impacto de la ciencia en la sociedad y en el medio (relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad).

Para Bybee (1995), la alfabetización científica evoluciona gradualmente siguiendo tres momentos de transición: funcional, conceptual y procesal, y multidimensional. En la funcional, ocurren procesos de adquisición de vocabulario técnico y procedimental. En la fase conceptual y procesal, se les atribuyen significados a esas adquisiciones. Finalmente, su última dimensión consiste en la incorporación de las dos anteriores, lo que puede posibilitar la aplicación de esos conocimientos para que el ciudadano entienda y actúe en su día a día.

En general, es posible percibir que cada autor concibe la Alfabetización Científica desde diferentes peculiaridades y, a la vez, es posible observar semejanzas en cada definición. Por ejemplo, todos están de acuerdo en que la mera asimilación conceptual, más preocupada con el contenido de ciencia, no es efectiva para considerar a alguien alfabetizado científicamente. Se percibe la preocupación de los autores para que los saberes científicos estén conectados a lo cotidiano y puedan contribuir a potenciar la calidad de vida de los individuos.

Así, la concepción empleada en el TACB-S abarca el ideario de que el ciudadano cuente con la capacidad de hacer uso de los conocimientos científicos para comprender el mundo en que se encuentra, la construcción y evolución del conocimiento y también la influencia de la ciencia en decisiones de contenido político, social y ambiental.

En el contexto brasileño esto se manifiesta conceptualmente bajo tres principales denominaciones: *alfabetização científica* (alfabetización científica), *letramento científico* ('letramiento' científico) y *enculturação científica* (enculturación científica). La pluralidad de los descriptores se explica debido al proceso de traducciones y definiciones lingüísticas.

La traducción literal de *Scientific Literacy* para la lengua portuguesa origina *letramento científico* ('letramiento' científico). Sin embargo, la traducción del inglés al francés y al español deriva en los términos *Aphabétisation Scientifique* y *Alfabetización Científica*, respectivamente, y ambos nombres traducidos al portugués originan *Alfabetização Científica*.

Hay autores, por otro lado, que justifican las diferencias también en nivel lingüístico. Distinguen Alfabetización Científica de 'Letramiento' Científico al alegar que alfabetizar está relacionado simplemente a una adquisición

¹Esta investigación fue aprobada por el Comité de ética de la institución de los investigadores CEP 19011619.0.0000.5310, resolución 3.559.855.

conceptual y técnica y que alguien letrado, por su parte, posee aptitud para integrar los contenidos a la dimensión social de ese conocimiento. Finalmente, usan el término Enculturación Científica los autores que entienden que lo ideal, para tener ciudadanos haciendo pleno uso de sus saberes científicos, es establecer una inmersión de cultura científica (Mamede y Zimmermann, 2005).

Aun con todas las justificaciones para las diferenciaciones presentadas en la literatura brasileña, se usa el término Alfabetización Científica por tres motivos: 1) el referencial teórico de la encuesta utilizado en la investigación hace uso de esa nomenclatura; 2) en una búsqueda en bases de indexación de artículos científicos es posible observar que la mayoría de los trabajos adoptan esta terminología en detrimento de las otras dos; 3) el entendimiento aquí propuesto de alfabetización científica es el que coincide con la defensa realizada por Sasseron y Carvalho (2011) al exponer que dentro de la literatura es posible percibir un hilo conductor de convergencia conceptual que representa la sumatoria de los objetivos buscados por autores defensores de todos los descriptores.

No obstante, se añade a esto la concepción de Auler y Delizoicov (2001), quienes defienden que alfabetizar no remite solamente a una ejecución mecánica de juntar y decodificar letras. Además de leer y escribir, la alfabetización posibilita una lectura de mundo. De ese modo, transponiendo esta comprensión al contexto científico, la Alfabetización Científica no solamente propicia la adquisición de nomenclaturas y términos técnicos, sino que ofrece la posibilidad de desarrollar aptitudes para comprender la construcción y evolución del conocimiento y su impacto en la sociedad.

Con el paso de las décadas, junto a los intentos de consolidar el concepto de Alfabetización Científica, evolucionaron también los esfuerzos para medirla. Según Miller (1983), antes de la Segunda Guerra Mundial el enfoque de las producciones en la literatura del área se centraba en inferir indicios de actitudes científicas en egresados de enseñanza secundaria. Al comenzar la Guerra Fría, se iniciaron producciones con vistas a estandarizar una encuesta que midiera, además de actitudes, niveles de conocimiento sobre términos científicos básicos.

Para ilustrarlo es posible citar la encuesta a gran escala del *Survey Research Center* de la Universidad de Michigan en el año 1957; las encuestas realizadas por el *National Assessment of Educational Progress* (NAEP) a inicios de la década de 1960; *National Science Board* en 1972, entre otros. Actualmente, existen encuestas, incluso a escala mundial, como el *Programme for International Student Assessment* (PISA), desarrollado y coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, que busca medir, entre otras competencias, las de dominio científico.

El cuestionario tiene como objetivo medir el nivel de Alfabetización Científica de los egresados de la educación secundaria. La base teórica del instrumento hace uso de la concepción de Alfabetización Científica postulada por Miller (1983) y de los objetivos para la educación científica de la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (AAAS, 1989).

Asumiendo que Miller (1983) defiende que para ser considerado alfabetizado científicamente el individuo debe presentar dominios mínimos en cada uno de sus tres ejes, los elaboradores determinaron que para comprobar esa característica los participantes del TBSL deberían presentar un índice de aciertos del 60% en cada una de las subdivisiones. Es decir, no es suficiente saber los contenidos conceptuales (eje 1), es fundamental comprender el proceso de construcción de ese conocimiento (eje 2) y sus implicaciones en la sociedad y en el ambiente (eje 3). La tasa del 60% deriva del hecho de que comúnmente ese es el valor estipulado para aprobación en las instituciones de enseñanza secundaria y superior.

Laugksch y Spargo (1996) validaron ese cuestionario aplicándolo en más de 4000 participantes, todos ingresantes de cursos técnicos y de la enseñanza superior. Fue posible observar que tan solo 33% del total pudo ser considerado alfabetizado científicamente (Laugksch y Spargo, 1996; 1999).

Durante los años siguientes, otros estudios en diferentes países hicieron uso del TBSL como instrumento para inferencia de la Alfabetización Científica: Sudáfrica (Laugksch y Spargo, 1996; 1999); Australia (Murcia y Schibeci, 1999); China (Chin, 2005); Israel (Baram-Tsabari y Yarden, 2005); Estados Unidos (Brossard y Shanahan, 2006); y Turquía (Özdem y otros, 2010).

Por otra parte, en Brasil fueron publicados trabajos a partir de 2006, cuando Nascimento-Schulze (2006) realizó la traducción del cuestionario. Básicamente, en Brasil el TACB tuvo como foco principal estudios con estudiantes que finalizaban secundaria o ingresaban a enseñanza superior.

Según Nascimento-Schulze (2006), una de las principales conclusiones del TBSL en el contexto de egresados sud-africanos es la diferencia de desempeño entre jóvenes de etnia africana y jóvenes blancos. Según la autora, esto “refleja el impacto del ‘apartheid’ existente en la nación en décadas pasadas” (Nascimento-Schulze, 2006, p. 112).

Por ejemplo, los artículos de Coppi y Sousa (2019); Oliveira y Silva-Forsberg (2011); Nascimento-Schulze (2006) y Nascimento-Schulze, Camargo y Wachelke (2006) aplicaron el TACB a alumnos de enseñanza primaria y secundaria. Los trabajos de Vizzotto (2019); Vizzotto y Mackedanz (2018); Rivas *et al.* (2017); Lima (2016); Lima y Garcia (2015); Rivas (2015); Camargo *et al.* (2011); y Camargo *et al.* (2010) lo aplicaron a estudiantes de la enseñanza superior. Se destaca también el artículo de Greszcyszczyn, Monteiro y Filho (2018), que usaron el TACB en ambos niveles escolares

y también el grupo de investigación de Vidor *et al.* (2010); Vidor *et al.* (2009a) y Vidor *et al.* (2009b) que publicaron artículos haciendo uso del cuestionario en profesores de diferentes áreas.

A pesar del aparente crecimiento de producciones brasileñas utilizando el TACB en los últimos cinco años, se ve frecuentemente que los autores consideran que el tamaño del cuestionario puede hacer que se pierda la confiabilidad en las respuestas recogidas. O sea, la cantidad de 110 ítems del instrumento integral puede causar fatiga a quienes lo responden, principalmente a los de enseñanza secundaria (Nascimento-Schulze, 2006). Al pensar en el problema del tamaño del cuestionario, la literatura nacional realizó estudios con vistas a la reducción instrumental del formulario, como se puede observar en Nascimento-Schulze *et al.* (2006); Oliveira y Silva-Forsberg (2011); y Vizzotto y Mackedanz (2018).

El estudio que concluyó la versión del instrumento con la menor cantidad de ítems fue el de Vizzotto y Mackedanz (2018), que presentó el cuestionario simplificado, válido y fidedigno con 45 preguntas. Los autores lo titularon Test de Alfabetización Científica Básica Simplificado (TACB-S), que fue la versión utilizada para la investigación presentada en este artículo.

III. METODOLOGÍA

La investigación fue realizada durante el segundo semestre de 2019. La aplicación comenzó con la exposición de los objetivos del estudio y la invitación para que los voluntarios participasen. Después, los alumnos recibieron el documento de consentimiento informado y el formulario con el cuestionario. El tiempo para responder fue 15 minutos.

Después de esta etapa, los formularios fueron corregidos y los datos registrados en una planilla electrónica. Para los análisis de estadística se utilizó el *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 23, para Windows.

En un análisis inicial, procurando conocer los índices de desempeño entre los grupos, se utilizaron las medidas de tendencia central (promedio de aciertos) y dispersión (desvío estándar y varianza). En un segundo momento, se emplearon análisis inferenciales para medir si había diferencia entre los desempeños de estudiantes que ingresan y los que concluyen los cursos.

Un test de hipótesis es un instrumento de estadística fundamentado en la teoría de la probabilidad, que tiene por finalidad realizar inferencias en el intento de calcular patrones desconocidos de una muestra. Cada inferencia analiza hipótesis antagónicas sobre el grupo en estudio. Una se llama hipótesis nula y la otra hipótesis alternativa (Pasquali, 2017).

La hipótesis nula es la proposición que está en prueba. Es la aserción que afirma que no hay ninguna diferencia entre los estándares observados en los dos grupos. En contrapartida, la hipótesis alternativa presenta la solución inversa. En esta se acepta como verdad que haya una diferencia estadísticamente significativa entre los datos analizados. En la presente investigación, para el test de hipótesis se empleó el Test T para muestras independientes (Field, 2009).

El Test T es utilizado para medir la posibilidad que la media de desempeño de cada grupo de una misma muestra haya presentado valores considerados semejantes o discrepantes entre sí. Normalmente ese test se usa en una investigación de enseñanza con el objetivo de averiguar la existencia de diferencias de desempeños entre algunos grupos, como de hombres y mujeres; jóvenes y mayores; alumnos de colegios públicos y de colegios privados, etc.

En el Test T se utiliza una variable numérica (desempeño en cuestionarios, pruebas, etc.) y variables nominales (sexo, franja etaria, formación, etc.). Para interpretar los resultados de cada Test T, basta observar el valor de *p* de significación de los resultados presentados por el software estadístico. De acuerdo con la literatura del área (Field, 2009; Hair *et al.*, 2009), valores superiores a 0,05 proponen la aceptación de la hipótesis nula (no hay diferencia estadísticamente relevante entre los grupos). Por otro lado, si fuera el valor de *p* menor a 0,05, el análisis sugiere el rechazo de la hipótesis nula, o sea, se indica aceptar la hipótesis alternativa de que hay diferencias relevantes entre las diversas medias estudiadas.

IV. RESULTADOS

A. Caracterización de los participantes

En total, 90 estudiantes de profesorado de Física de diferentes universidades del estado de Río Grande do Sul, en Brasil, participaron de ese estudio. De ese total, 42 (46,7%) eran mujeres y 48 (53,3%), hombres. El estudiante de mayor edad tenía 56 años, mientras los más jóvenes, representando un 52,2% del total, tenían 18 años. Respecto al tiempo que llevan en el curso, 35 (38,9%) estaban en los últimos 3 semestres de la enseñanza superior y 55 (61,1%) estaban en los 3 primeros semestres del curso. Estos dos grupos fueron nombrados, respectivamente, graduandos y principiantes.

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

La mayor parte del grupo (74,4%), representado por 67 personas, concluyó sus estudios secundarios en colegios públicos estatales²; 17 (18,9%) en colegios de la red privada; y, finalmente, 6 (6,7%) en colegios públicos federales³. Con relación al año de conclusión de los estudios secundarios, un 78,9%, representado por 71 participantes, lo hizo en los últimos 4 años. De los 90 individuos, 65 (72,2%) nunca habían reprobado durante los estudios secundarios; 10 (11,1%) habían reprobado una vez; y 15 (16,7%) habían reprobado más de una vez.

Solamente un 31,1% del total, constituido por 28 participantes, no había tenido contacto con la docencia hasta entonces. Un contingente de 23 personas (25,6%) necesitó, en algún momento de la trayectoria escolar, parar sus estudios. Finalmente, según el test utilizado, 61 personas (67,8%) pudieron ser consideradas alfabetizadas científicamente. De las personas que no fueron consideradas alfabetizadas científicamente, un 21,62% eran graduandos (8 personas) y un 39,62% eran del grupo de los principiantes (21 participantes).

B. Desempeño de los grupos

A fin de abordar con más profundidad la puntuación de cada grupo, se presenta, a continuación, la descripción de los resultados. El cuadro compara las medidas de tendencia central y dispersión de principiantes y graduandos del curso, para cada uno de los tres ejes de la alfabetización científica.

Tabla I. Promedio de desempeños de los diferentes grupos. Fuente: los autores.

Ejes de Miller (1983)	Contenidos de ciencia Eje 1	Naturaleza de la Ciencia Eje 2	Impacto de la Ciencia Eje 3
Mínimos para ser considerado alfabetizado científicamente	17 aciertos	6 aciertos	5 aciertos
Aciertos de Principiantes	Media 19,29; Desvío Estándar 4,104	Media 6,51; Desvío Estándar 1,585	Media 6,42; Desvío Estándar 1,595
Aciertos de Graduandos	Media 21,6; Desvío Estándar 4,272	Media 6,83; Desvío Estándar 1,361	Media 7,23; Desvío Estándar 0,877

Se observa que ambos grupos, en promedio, superaron los valores mínimos de aciertos esperados para los tres ejes. Los graduandos presentaron una media mayor de aciertos al compararlos con los de los principiantes. A continuación, se evalúa si esa diferencia puede ser considerada significativa desde el punto de vista estadístico.

Se observa que la diferencia entre los dos grupos en el eje 1, que contiene preguntas destinadas a analizar la retención de contenido de los participantes tiene una menor dispersión, en comparación con las de los ejes 2 y 3, centradas en cuestiones sobre epistemología, historia de la ciencia y el impacto de la ciencia en la sociedad y en el medio ambiente. Es decir, en los ejes 2 y 3, la media de los graduandos puede llevar a la conclusión que presentaron, en el momento en que respondieron al cuestionario, un conocimiento de mayor solidez en comparación con los estudiantes principiantes. Una de las posibles explicaciones para esos datos es la experiencia proporcionada por el entorno académico, ya sea en diálogo, madurez o simplemente estar expuesto al conocimiento.

C. Test de Hipótesis para diferencia de desempeño entre principiantes y graduandos

Como ya se dijo, para verificar la existencia de diferencias en las medias de desempeño entre los grupos de principiantes y graduandos, se utilizaron pruebas de hipótesis. Los dos grupos (principiantes y graduandos) fueron comparados con el Test T para muestras independientes verificándose la distribución de aciertos de cada uno.

La figura que se presenta a continuación muestra los resultados del Test T. Se destaca que, para garantizar la corrección de los resultados generados por el *software* estadístico, se optó por mantener el formato original.

²Bajo la administración de alguno de los Estados federales de Brasil.

³Bajo la administración del poder federal, nacional, de Brasil.

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

Estadísticas de grupo										
Andamento		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar					
escore_acertos	in	55	32,22	6,021	,812					
	co	35	35,66	5,423	,917					
Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
escore_acertos	Se asumen varianzas iguales	1,510	,222	-2,744	88	,007	-3,439	1,253	-5,930	-,948
	No se asumen varianzas iguales			-2,809	78,029	,006	-3,439	1,224	-5,877	-1,001

FIGURA 1. Test de hipótesis para diferencias entre grupos. Fuente: elaboración propia.

En la parte superior del cuadro anterior se presentan las medias de desempeño de cada grupo. En la parte inferior, por su parte, exhibe a la izquierda la Prueba de Levene, empleada para verificar la igualdad de varianzas en los datos presentados, condición esencial para realizar el Test T. Los principiantes obtuvieron una media de 32,22 aciertos, mientras para los graduandos la media fue de 35,66 aciertos.

Para los datos del grupo estudiado las varianzas pudieron ser consideradas homogéneas y el Test T para muestras independientes presentó un valor de p de 0,007, lo que sugiere el rechazo de la hipótesis nula, porque es menor de 0,05. El acrónimo Sig. (bilateral) significa que la prueba presenta un nivel de significancia que observa solamente si un grupo estudiado es mayor que el otro y no cuál de los grupos tiene un rendimiento mayor o menor. Esta hipótesis, la nula, afirma que no hay diferencia entre los dos grupos, es decir, el test de hipótesis empleado indica que principiantes y graduandos presentaron un desempeño medio considerado diferente entre ellos. Así, la diferencia de 3,44 aciertos fue considerada una diferencia significativa entre graduandos y principiantes.

V. DISCUSIONES

Con base en los datos analizados, ¿es posible hacer comentarios sobre la interrogante de cuál es el escenario de la Alfabetización Científica para este público brasileño específico? Es importante enfatizar que las deducciones y consideraciones que emanan de esos análisis se limitan a la muestra estudiada, aunque las poblaciones de esta investigación y del trabajo de Laugksch y Spargo (1996; 1999) sean equivalentes en perfil, permitiendo así, de cierta forma, generalizar tópicos de conclusiones en común, puesto que en ambos casos se trata de egresados de la educación secundaria, estudiantes de la enseñanza superior.

En total, 61 participantes pudieron ser considerados alfabetizados científicamente, pues obtuvieron un desempeño mínimo satisfactorio en los tres ejes que componen el test. Esta cantidad, aunque superior a la media de otros estudios, corrobora las investigaciones que utilizaron el TBSL para mensurar este constructo, tanto internacional como nacionalmente (Laugksch y Spargo, 1996, 1999; Camargo y otros; Nascimento-Schulze, 2006; Camargo y otros, 2011; Rivas, 2015).

Además, fue posible notar que el eje 1 (comprensión del contenido de ciencia), fue el subtema que obtuvo mayor índice de aciertos entre los tres. Esto también corrobora los resultados de Rivas (2015) y de Camargo *et al.* (2011), quienes defienden que estos indicios sugieren un predominio de este tipo de formación en los colegios brasileños. Es decir, una perspectiva mayoritariamente más preocupada con el contenido y enfocada en los procedimientos matemáticos, y no considera la misma proporción los aspectos epistemológicos de la ciencia, ni sus relaciones con la sociedad y el ambiente.

Nascimento-Schulze (2006) relata que en su aplicación del TACB en estudiantes graduandos de enseñanza secundaria, se puede notar diferencias entre individuos de colegios públicos y los de colegios particulares. Los factores que se han manifestado en nuestros análisis sugieren que el panorama de la Alfabetización Científica de este grupo investigado, en general, coincide con los estándares presentados en la literatura del área.

Es importante reflexionar sobre el nivel medio de Alfabetización Científica de egresados de secundaria. La población estudiada es de individuos que tuvieron la oportunidad y el interés de ingresar a cursos de formación superior. Es decir que, se puede suponer que, si se incluyeran en este muestreo individuos que no continuaron sus estudios después de la educación secundaria, la cantidad de participantes científicamente alfabetizados podría ser menor.

Se puede afirmar que, para la muestra estudiada, principiantes y graduandos obtuvieron desempeños diferentes en el TACB-S. La mayoría de los egresados de secundaria que participaron en la investigación presentaron niveles satisfactorios de Alfabetización Científica Básica. Es decir, el test, que tiene como requisito la conclusión de la enseñanza secundaria, fue respondido por participantes que, en su mayoría, demostraron aptitudes al hacer uso de sus saberes escolares para juzgar la coherencia científica de los ítems propuestos. El hecho de que los estudiantes están inmersos en el contexto científico (curso de Física) puede ser uno de los factores que explican la diferencia de desempeño entre principiantes y graduandos.

Los resultados presentados aquí coinciden con los estudios de Camargo *et al.* (2011) y los de Rivas *et al.* (2017), quienes realizaron con lineamientos similares, la aplicación del test en estudiantes de profesorado de Química y Biología, respectivamente. O sea, graduandos presentan desempeños, en media, más altos que los principiantes. A diferencia de esos estudios, los alumnos de Física tuvieron porcentajes mayores de personas consideradas alfabetizadas científicamente (67,77%), mientras para los grupos de Biología y Química, ese número no pasó del 36%. Esto tiene como explicación la variabilidad de resultados que diferentes muestras de la población pueden presentar. Para realizar una comparación fidedigna entre estudiantes de las tres disciplinas del área de Ciencias de la Naturaleza, sería necesario aplicar el TACB-S en parcelas significativas de población y no solamente con una muestra por conveniencia, como se hizo en este estudio y en los artículos de los autores citados.

A partir de los datos generados por el TACB, se puede percibir que los estudiantes que estaban terminando la formación de profesorado presentaron un mayor nivel de Alfabetización Científica. Los estudiantes que ingresaban en la formación tenían tasas más bajas, pero no por debajo del nivel mínimo para alguien que completó sus estudios en la escuela secundaria. A partir de los resultados es posible concluir que hay una diferencia entre los dos grupos.

También se observó que ambos grupos que presentaban tasas de Alfabetización Científica por encima del mínimo esperado, en promedio no presentaban niveles sorprendentes de Alfabetización Científica. Es decir, los grupos estaban compuestos por estudiantes con resultados medios, lo que demuestra que la formación de profesores con excelentes niveles de Alfabetización Científica sigue siendo una tarea difícil en el área de las ciencias exactas.

VI. CONSIDERACIONES

Se realizó una investigación con el objetivo de conocer el nivel de Alfabetización Científica de un grupo de estudiantes de profesorado de Física. Los resultados muestran la necesidad de profundizar la investigación, para poder verificar qué factores presentes en la vida escolar de los participantes pudieron incidir más en los índices aquí registrados.

De 90 participantes, 61 fueron considerados científicamente alfabetizados. Se concluyó que en el eje 1 (contenido de ciencia), hubo más aciertos, aunque los estudiantes de profesorado de Física hayan presentado más dudas en preguntas de Biología. En los ejes 2 y 3, que tratan sobre la naturaleza de la ciencia y la relación de la ciencia y de la tecnología en la sociedad, respectivamente, los aciertos estuvieron por debajo de los obtenidos en el eje 1.

Se destaca que los resultados aquí presentados no son generalizables dentro de la población estudiada. Sin embargo, se componen con datos y procedimientos relevantes que pueden ser repetidos en estudios futuros, en otros contextos y públicos objetivo, a fin de añadir valores y discusiones al proceso de reflexión de la calidad de la educación secundaria y de los desafíos de la educación en ciencias en Brasil.

Se sugiere, para fines de profundización, verificar si existen diferencias de desempeño en participantes con características socioeconómicas y de formación secundaria diversas. Además, se recomienda realizar la aplicación del TACB-S en otros contextos, brasileños y del ámbito internacional, para consolidar su confiabilidad.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con el apoyo de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiación 001.

REFERENCIAS

AAAS (1989). American Association for the Advancement of Science. *Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington, AAAS, 1, p. 256.

Auler, D. y Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(2), p. 122-134.

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

Baram-Tsabari, A. y Yarden, A. (2005). Text genre as a factor in the formation of scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 42(4), pp. 403-428.

Brossard, D. y Shanahan, J. (2006) Do they know what they read? building a scientific literacy measurement instrument based on science media coverage. *Science Communication*, 28(1), pp. 47-63.

Bybee, R. (1995). Achieving scientific literacy. *The science teacher*, 62(7), p. 28.

Camargo, A. N. B., Pilar, F. D., Ribeiro, M. E. M., Fantinel, M. y Ramos, M. G. (2011). Alfabetização Científica: A evolução ao Longo da formação de Licenciandos Ingressantes, Concluintes e de Professores de Química. *Diálogos em Educação*, 20(2), pp. 19-29.

Camargo, A. N. B., Vidor, C. B., Irber, C., Pilar, C. D., Souza, V. M. y Ramos, M. G. (2010). Estudo do nível de Alfabetização Científica de licenciandos ingressantes e concluintes em Química. *Anais do XI Salão de Iniciação Científica PUCRS*, pp. 1223-1225.

Chin, C. (2005). First-year Pre-service Teachers in Taiwan: Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science? *International Journal of Science Education*, 27(13), pp. 1549-1570.

Coppi, M. A. y Sousa, C. P. (2019). Estudo da Alfabetização Científica de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de um colégio particular da cidade de São Paulo. *Debates em Educação*, 11(23), pp. 169-185.

Deboer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), pp. 582-601.

Field, A. (2009). *Descobrimo a estatística usando o SPSS*. Porto Alegre: Bookman Editora.

Filho, D. B., Maciel, M. D., Sepini, R. P., y Vázquez-Alonso, A. (2013). Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 1-18.

Greszczyszyn, M. C. C., Monteiro, E. L. y Filho, P. S. (2018). Determinação do Nível de Alfabetização Científica Básica de estudantes da etapa final do Ensino Médio e etapa inicial de Ensino Superior. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(1), pp. 1-17.

Hair Júnior, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. y Tatham, R. (2006). *Análise Multivariada de Dados*. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora.

Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American Schools. *Educational Leadership*, 16, pp. 13-16.

Laugksch, R. y Spargo, P. (1996). Construction of a paper-and-pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, 5, pp. 331-359.

Laugksch, R. y Spargo, P. (1999). Scientific Literacy of Selected South African Matriculants Entering Tertiary Education: A Baseline Survey. *South African journal of science*, 95, pp. 427-432.

Laugksch, R. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), pp. 71-94.

Lima, A. M. D. L. (2016). *A alfabetização científica de estudantes de licenciatura em ciências biológicas e sua influência na produção de materiais didáticos*. Dissertação de mestrado, Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, pp. 83.

Lima, A. M. D. L. y Garcia, R. N. (2015). A Alfabetização Científica de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas: um estudo de caso no contexto da formação inicial de professores. *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Águas de Lindóia: Abrapec, pp. 1-12.

- Mamede, M. y Zimmermann, E. (2005). Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, Extra, pp. 1-4.
- Miller, J. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 112(12), pp. 29-48.
- Murcia, K. y Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International journal of science education*, 21(11), pp. 1123-1140.
- Nascimento-Schulze, C. M. (2006). Um estudo sobre Alfabetização Científica com jovens catarinenses. *Psicologia: teoria e prática*, 8(1), pp. 95-117.
- Nascimento-Schulze, C. M., Camargo, B. V. y Wachelke, J. F. R. (2006). Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 58(2), pp. 1-24.
- Oliveira, W. F. A. y Silva-Forsberg, M. C. (2011). Níveis de Alfabetização Científica de estudantes da última série do Ensino Fundamental. *Anais do VIII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências (ENPEC)*, Campinas, Abrapec, pp. 1-11.
- Özdem, Y., Çavaş, P., Cavas, B., Çakiroğlu, J. y Ertepinar, H. (2010). An investigation of elementary students' scientific literacy levels. *Journal of Baltic Science Education*, 9(1), pp. 6-19.
- Pasquali, L. (2017). *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Rivas, M. I. E. (2015). *Avaliação do nível de Alfabetização Científica de estudantes de biologia*. Trabalho de conclusão de curso, Graduação em biologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Rivas, M. I. E., Moço, M. C. y Junqueira, H. (2017). Avaliação do nível de alfabetização científica de estudantes de biologia. *Revista Acadêmica Licencia&acturas*, 5(2), pp. 58-65.
- Sasseron, L. H. y Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), pp. 59-77.
- Shen, B. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In: Communication of scientific information. *Karger Publishers*, pp. 44-52.
- Vidor, C. B., Pilar, F. D., Camargo, A. N. B., Irber, C., Souza, V. M., Silva, A. M. M. y Ramos, M. G. (2010). Estudo sobre o nível de alfabetização científica e tecnológica de professores do estado do rio grande do sul. *Anais do XI salão de iniciação científica PUCRS*, pp. 1-10.
- Vidor, C. B., Silva, A. M. M., Costa, S. S. C. y Ramos, M. G. (2009a). Avaliação do nível de alfabetização científica de professores da Educação Básica. *Anais do X salão de iniciação científica PUCRS*, pp. 1-12.
- Vidor, C. B., Costa, S. S. C., Silva, A. M. M. y Ramo, M. G. (2009b). Avaliação do nível de Alfabetização Científica de professores da educação básica. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Florianópolis: Abrapec, pp. 1-11.
- Vizzotto, P. A. (2019). *A proficiência científica de egressos do Ensino Médio ao utilizar a Física para interpretar o cotidiano do trânsito*. Tese de doutorado, Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Vizzotto, P. A., y Mackedanz, L. F. (2018). Teste de Alfabetização Científica Básica: processo de redução e validação do instrumento na língua portuguesa. *Revista Prática Docente*, 3(2), pp.1-17.